

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05129029  
PUBLICATION DATE : 25-05-93

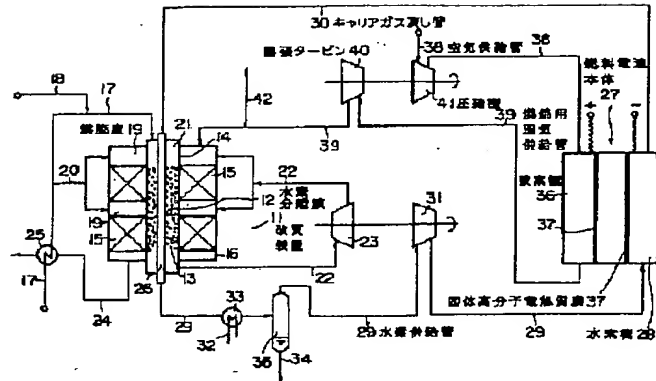
APPLICATION DATE : 07-11-91  
APPLICATION NUMBER : 03291330

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : KURODA KENOSUKE;

INT.CL. : H01M 8/04 H01M 8/10

TITLE : POWER GENERATION SYSTEM  
FORMED BY USING FUEL CELL



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain highly pure hydrogen gas, and also enable combustion under low oxygen density by means of low calorific fuel by arranging a hydrogen separating film and combustion catalyst separately from reforming catalyst in a reformer.

CONSTITUTION: Hydrogen gas in a hydrogen separating chamber 26 after passing through a hydrogen separating film 12 passes through a hydrogen supply chamber 29 together with carrier gas, and heat exchange is carried out with coolant in a coolant supply pipe 32 by means of a condenser 33 driven by an expansion turbine 23, and moisture is separated by means of a gas-liquid separator 35, and temperature and humidity are adjusted, and after pressurizing it through a compressor 31, and hydrogen 28 in a fuel cell body 27 is consumed, and is converted into electricity. Gas from which hydrogen gas is depleted returns to the separating chamber 26 through a carrier gas return pipe 30. On the other hand, after driving the turbine 23, residual gas impossible to pass through the separating film 12 is burnt by means of combustion catalyst 15 in a combustion chamber 19, so that reforming catalyst 13 can be activated.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-129029

(43) 公開日 平成5年(1993)5月25日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 M 8/04  
8/10

識別記号

J

庁内整理番号

9062-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21) 出願番号 特願平3-291330

(22) 出願日 平成3年(1991)11月7日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 牧原 洋

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(72) 発明者 小林 一登

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(72) 発明者 黒田 健之介

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三

菱重工業株式会社内

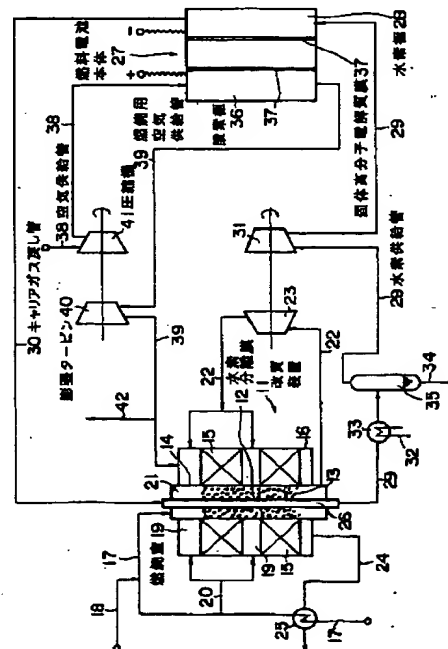
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池を用いた発電システム

(57) 【要約】

【目的】 水素分離膜を用いた改質装置及び固体高分子電解質膜型燃料電池の特性を考慮し、全体として簡素でエネルギーの利用効率の高い燃料電池による発電システムを提供する。

【構成】 水素ガスを選択的に透過させる水素分離膜12が組み込まれた改質装置11と、この改質装置11からの水素ガスが供給される水素極28と空気が供給される酸素極36とが固体高分子電解質膜37を挟んで対向する燃料電池27とを具えた発電システムにおいて、酸素極36に供給した後の空気により作動するエネルギー回収手段40、41と、このエネルギー回収手段40、41に用いた後の空気を改質装置11の燃焼室19に供給する燃焼用空気供給通路39と、水素ガスをキャリアガスと共に改質装置11と燃料電池27の水素極28との間を循環させる水素ガス循環通路29、30とを具えたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素ガスを選択的に透過させる水素分離膜が組み込まれ且つ原料ガスを前記水素ガスが含まれた改質ガスに改質させる改質装置と、この改質装置の前記水素分離膜を透過した前記水素ガスが供給される水素極と空気が供給される酸素極とが固体高分子電解質膜を挟んで対向する固体高分子電解質膜型燃料電池とを具えた発電システムにおいて、前記酸素極に供給した後の空気により作動するエネルギー回収手段と、このエネルギー回収手段に用いた後の前記空気を前記改質装置の燃焼室に供給する燃焼用空気供給通路と、前記水素ガスをキャリアガスと共に前記改質装置と前記固体高分子電解質膜型燃料電池の水素極との間を循環させる水素ガス循環通路とを具えた燃料電池を用いた発電システム。

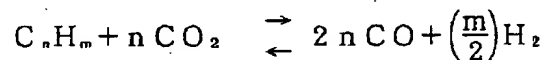
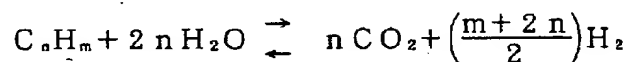
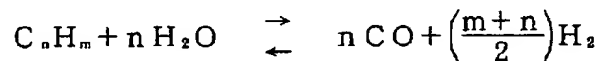
## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、燃料電池を用いて排熱エネルギーを効率良く回収するようにした発電システムに関し、特に比較的低温で作動する固体高分子電解質膜燃料電池を用いた発電システムに適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 金属等の還元ガスとして有効な水素は、燃料電池用の反応ガスとしても利用できることは周知の通りである。この燃料電池は、資源の枯渇問題を有する化石燃料を使う必要がない上、騒音をほとんど発生せず、エネルギーの回収効率も他のエネルギー機関と較べて非常に高くできる等の優れた特徴を持っているため、例えば\*



但し、 $m, n$ は正の整数である。

【0007】 又、この改質装置103の改質触媒102の内側には、改質ガスから水素ガスを選択的に透過させる水素分離膜104が設けられており、この水素分離膜104によって円柱状に仕切られた改質装置103の中央部の水素分離室105には、水素ガス供給管106を介して燃料電池本体107の水素極108が接続している。この水素極108からの余分な水素含有ガスは、水蒸気や窒素( $N_2$ )ガス等のキャリアガスと共にキャリアガス戻し管109から前記水素分離室105に戻されるようになっており、水素ガス供給管106及びキャリアガス戻し管109を介して改質装置103と燃料電池本体107との間を循環する上記キャリアガスにより、水素分離膜104を透過する水素含有ガスが燃料電池

\*ばビルディング単位や工場単位の比較的小型の発電プラントとして利用されている。

【0003】 近年、この燃料電池を車載用の内燃機関に代えて作動するモータの電源として利用し、このモータにより車両等を駆動することが考えられている。この場合に重要なことは、反応によって生成する物質等をできるだけ再利用することは当然のこととして、車載用であることから明らかなように、余り大きな出力は必要でないものの、全ての付帯設備と共に可能な限り小型であることが望ましく、このような点から固体高分子電解質膜燃料電池が注目されている。

【0004】 かかる固体高分子電解質膜燃料電池は、固体高分子電解質膜の両側に触媒を含むガス拡散電極を接合したものであり、メタノールと水等で構成される水素原料を改質して得られる改質ガスを反応ガスとしてガス拡散電極の陽極（以下、これを水素極と呼称する）側に供給して発電する形式が取られる。

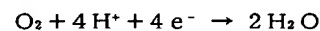
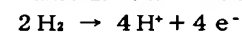
【0005】 このような固体高分子電解質膜燃料電池による従来の発電システムの一例の概念を表す図2に示すように、高温の水蒸気と共に炭化水素やメタノール等の原料ガスが供給される改質原料供給管101には、スチームリフォーミング反応による前記原料ガスの水素含有ガスへの改質を促進する円筒状の改質触媒102を組み込んだ改質装置103が接続している。なお、このスチームリフォーミング反応の代表的なものを下記化1に記す。

## 【0006】

## 【化1】

本体107の水素極108に供給される。

【0008】 前記燃料電池本体107は、前記水素極108と空気供給管110を介して空気中の酸素が供給される酸素極111とを水で浸された状態の固体高分子電解質膜112を間に挟んで対向させ、下式の如き反応を起こさせることにより、水素極108と酸素極111との間に電圧を発生させて燃料電池本体107の発電を行っている。



【0009】 一方、前記改質触媒102の周囲に形成された環状の燃焼室113には、改質ガスから水素分離膜104によって水素ガスが除かれ、これにより分離される残留ガ

スを燃焼させるための空気を供給する燃焼用空気供給管114が接続している。そして、この燃焼用空気供給管114からの空気と水素分離膜104を透過しない前記残留ガスとが燃焼室113内に供給され、ここで残留ガスが燃焼して改質触媒102を活性化させるようになっている。

【0010】なお、この残留ガスの燃焼に伴って発生する燃焼排ガスは、排ガス管115を介して燃焼室113から排出され、前記酸素極111を通った空気供給管110からの余剰の空気は、排気管116から外部に排出される。

【0011】この他、改質触媒によって生成する改質ガスから水素分離膜による水素含有ガスの分離を促進させるため、水蒸気や水等の駆動流体のエジェクタ作用により発生する吸引力を利用した図3に示す如き燃料電池を用いた発電システムも知られている。

【0012】即ち、スチームリフォーミング反応による原料ガスの改質を促進する改質触媒201を組み込んだ改質装置202には、高温の水蒸気が供給される改質反応用水蒸気供給管203が接続しており、この改質反応用水蒸気供給管203の途中には、炭化水素やメタノール等の原料ガスが供給される改質原料供給管204が接続し、この原料ガスが前記水蒸気と共に改質装置202の改質触媒201中に送り込まれるようになっている。

【0013】又、この改質装置202の改質触媒201の内側には、改質ガスから水素ガスを選択的に透過させる水素分離膜205が設けられており、この水素分離膜205によって仕切られた改質装置202の中央部の水素吸引室206には、先端側が吸引用蒸気供給管207を介して高圧の水蒸気が供給されるエジェクタ208に連通する水素ガス吸引管209の基端側が接続している。つまり、エジェクタ208により水素ガス吸引管209を介して水素吸引室206内が減圧状態となるため、改質ガス中に含まれる水素含有ガスが効率良く水素分離膜205を透過して水素吸引室206内に集められる。

【0014】前記エジェクタ208と燃料電池本体210の水素極211とを接続する水素供給管212の途中には、前記吸引用蒸気供給管207からの高圧の水蒸気を凝縮させる熱交換器213と、排液管214を有する気液分離器215とが順に介装され、これにより、燃料電池本体210の水素極211には吸引用蒸気供給管207からの水蒸気が除去された状態で水素含有ガスが供給される。

【0015】前記燃料電池本体210は、前記水素極211と空気供給管216を介して空気中の酸素が供給される酸素極217とを冷却水供給管218からの冷却水により冷却される固体高分子電解質膜219を間に挟んで対向させ、これにより水素極211と酸素極217との間に電圧を発生させて燃料電池本体210の発電を行っている。

【0016】一方、前記改質触媒201の周囲に形成された燃焼室220には、改質ガスから水素分離膜205によって水素ガスが除かれ、これによって分離される残留ガスを燃焼させるための空気を供給する燃焼用空気供給管221

が接続しており、この燃焼用空気供給管221からの空気と、改質触媒201に連通する残留ガス供給管222からの水素分離膜205を透過しない前記残留ガスと、前記改質原料供給管204から分岐する分岐管223からの原料ガスとが燃焼室220内に供給され、ここで残留ガスが燃焼して改質触媒201を活性化させるようになっている。

【0017】なお、この残留ガスの燃焼に伴って発生する燃焼排ガスは、排ガス管224を介して燃焼室220から排出され、前記酸素極217を通った空気供給管216からの余剰の空気は、排気管225から外部に排出されるようになっている。又、前記水素極211からの余分な水素含有ガスはキャリアガス戻し管226から前記水素吸引室206に戻される。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】燃料電池を用いた図2に示す従来の発電システムでは、改質触媒102が燃焼室113での燃焼触媒としても機能しているため、改質触媒102の経時的な劣化が激しく、頻繁に改質触媒102を交換する必要がある。又、燃焼室113に対する水素分離室105の差圧を積極的に増大させていないため、改質装置103からの水素ガスの回収効率が余り高くなく、燃焼室113にて生成する燃焼排ガスが排ガス管115からそのまま排出されてしまい、排熱回収の点で問題がある。

【0019】又、図3に示す従来の発電システムでは、エジェクタ208を用いることにより改質装置202からの水素含有ガスの回収効率を図2に示したものよりも高めているものの、改質触媒201が燃焼室220での燃焼触媒としても機能しているため、改質触媒201の経時的な劣化が激しく、頻繁に改質触媒201を交換する必要がある。しかも、燃焼室220にて生成する燃焼排ガスが排ガス管224からそのまま排出されてしまい、やはり排熱回収の点で問題があった。

【0020】しかも、これら二つの発電システム共に水素分離膜を用いた改質装置及び固体高分子電解質膜型燃料電池の特徴を十分に生かしたシステムになっていないと断言し難く、エネルギーの有効利用や発電効率等の点で何らかの改善の余地が残されていた。

【0021】

【発明の目的】本発明は、水素分離膜を用いた改質装置及び固体高分子電解質膜型燃料電池の特性を考慮し、全体として簡素でエネルギーの利用効率の高い燃料電池による発電システムを提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】水素分離膜を用いた改質装置は、1～7atm程度の加圧状態で500～600℃程度の低温改質により、窒素酸化物を発生させることなく純度が99.999%以上の極めて高純度な水素を得ることができ、一酸化炭素の除去装置を付設する必要がない。しかも、触媒燃焼方式を採用することにより、改質触媒を囲む燃焼室での残留ガス等を常圧下でも例えば

1000 kcal/Nm<sup>3</sup>以下の低発熱量の燃料ガスと酸素濃度が10%以下の酸素貧化空気とを用いて550~650℃程度の低温で燃焼させることができる。以上のようなことから、改質装置を構成する材料や強度の点で有利である。

【0023】一方、固体高分子電解質膜型燃料電池は低温作動が可能で、その起動時間も短いものの、特に水素極側に設けられる白金系等の水素解離用触媒が一酸化炭素によって被毒するのを防止するため、不純物としての一酸化炭素が10ppmしか含まれない高純度の水素ガスが必要となる。又、高分子電解質膜の乾燥を防止するため、水素ガスを加温した状態で供給しなければならず、しかも電池の単位体積当たりの出力(電流×電圧密度)を大きくするためには、水素極及び酸素極共に操作圧を高くする、即ち加圧操作を行うことが望ましい。

【0024】このような水素分離膜を用いた改質装置及び固体高分子電解質膜型燃料電池の特性に鑑み、本発明による燃料電池を用いた発電システムは、水素ガスを選択的に透過させる水素分離膜が組み込まれ且つ原料ガスを前記水素ガスが含まれた改質ガスに改質させる改質装置と、この改質装置の前記水素分離膜を透過した前記水素ガスが供給される水素極と空気が供給される酸素極とが固体高分子電解質膜を挟んで対向する固体高分子電解質膜型燃料電池とを具えた発電システムにおいて、前記酸素極に供給した後の空気により作動するエネルギー回収手段と、このエネルギー回収手段に用いた後の前記空気を前記改質装置の燃焼室に供給する燃焼用空気供給通路と、前記水素ガスをキャリアガスと共に前記改質装置と前記固体高分子電解質膜型燃料電池の水素極との間を循環させる水素ガス循環通路とを具えたものである。

【0025】

【作用】改質装置と固体高分子電解質膜型燃料電池とを連通する水素ガス循環通路内にはキャリアガスが充填されており、このキャリアガスは改質装置と固体高分子電解質膜型燃料電池の水素極との間を循環する。

【0026】一方、改質装置に供給される原料ガスは、この改質装置によって改質ガスとなり、キャリアガスの流れに伴って改質ガス中の水素ガスが水素分離膜を透過し、キャリアガスと合流して固体高分子電解質膜型燃料電池の水素極に供給される。そして、この固体高分子電解質膜型燃料電池の酸素極に供給される空気中の酸素と反応し、これら水素極と酸素極との間に電圧が発生する。

【0027】又、酸素極に供給された後の空気の流れはエネルギー回収手段に送られ、そのエネルギーが何らかの形で回収された後、更に空気供給通路から改質装置の燃焼室に送られて水素ガスが減損状態となった改質ガスの燃焼に利用される。

【0028】

【実施例】本発明による燃料電池を用いた発電システム

の一実施例の概念を表す図1に示すように、本実施例の改質装置11は、炭化水素やメタノール等の原料ガスのスチームリフォーミング反応により生成する改質ガスから、水素ガスを選択的に透過させる円筒状の水素分離膜12と、この水素分離膜12を取り囲み且つ原料ガスの改質触媒13が組み込まれた内筒14と、この内筒14を取り囲み且つ燃焼触媒15が組み込まれた外筒16とで主要部が構成されている。

【0029】なお、原料ガスのスチームスチームリフォーミング反応により生成する改質ガスから、水素ガスを選択的に透過させる前記水素分離膜15として、本実施例では水素選択性の高いパラジウム合金系のものを採用している。これにより、乾燥状態では容易に99.99%以上の高純度な水素を得ることができ、水素ガス中に含まれる一酸化炭素の濃度を10ppm以下にすることが望ましい高分子電解質膜型燃料電池の要求を実現することができる。

【0030】前記改質装置11の内筒14には、原料ガスを改質触媒13中に供給する改質原料供給管17が接続しており、更にこの改質原料供給管17の途中には、前記原料ガスと共に高温の水蒸気を内筒14内に供給する改質反应用水蒸気供給管18が接続している。本実施例では、原料ガスの一部を内筒14と外筒16とで囲まれた燃焼室19内に供給できるようにしており、これに伴って前記改質原料供給管17と外筒16とは、改質原料供給管17の途中から分岐する分岐管20を介して連通状態となっている。

【0031】又、前記水素分離膜12と内筒14とで囲まれた改質ガス発生室21と前記燃焼室19とは、この改質ガス発生室21内の残留ガスを燃焼室19内に導くための残留ガス供給管22を介して連通状態となっており、この残留ガス供給管22の途中には当該残留ガス供給管22内を流れる残留ガスのエネルギーを利用して回転する膨張タービン23が介装されている。

【0032】更に、前記燃焼室19内での残留ガスの燃焼によって生成する排ガスは、この燃焼室19に連通する排ガス管24を介して外部に排出されるようになっているが、本実施例ではこの燃焼排ガスの熱エネルギーを有効利用するため、排ガス管24と前記改質原料供給管17とを交差させ、この交差部分に改質原料供給管17内を流れる原料ガスを加熱する熱交換器25を設けている。

【0033】一方、前記水素分離膜12によって仕切られた改質装置11の中央部の水素分離室26と、燃料電池本体27の水素極28とは、水素供給管29及びキャリアガス戻し管30を介して相互に連通し、キャリアガスが充填された水素ガスの循環通路を構成している。つまり、水素分離膜12を透過した水素分離室26内の水素ガスは、キャリアガスと共に水素供給管29を通して燃料電池本体27の水素極28に供給され、余剰の水素

ガスがキャリアガスと共にキャリアガス戻し管30から水素分離室26へ戻されるようになっている。

【0034】前記水素供給管29の途中には、膨張タービン23と同軸一体の圧縮機31が介装され、この圧縮機31の作動によって水素供給管29内を流れる水素ガスが燃料電池本体27の水素極28に加圧状態で供給されるようになっている。又、本実施例では前記キャリアガスとして水蒸気を採用しているため、前記水素分離室26と圧縮機31との間の水素供給管29の途中には、水素分離室26側から流れて来る水素ガスに含まれる水蒸気を凝縮させるための冷却液供給管32が組み込まれた凝縮器33と、凝縮した水分を排出するためのドレン管34を有する気液分離器35とが介装され、適度な湿気を含んだ水素ガスが燃料電池本体27の水素極28へ送り込まれるようになっている。

【0035】燃料電池本体27は、水素極28と空気中の酸素が供給される酸素極36とを水で浸された状態の固体高分子電解質膜37を間に挟んで対向させたものであり、前記酸素極36には除塵された空気が供給される空気供給管38と、酸素極36を通過した後の空気を改質装置11の燃焼室19に供給する燃焼用空気供給管39とが接続している。

【0036】前記燃焼用空気供給管39の途中には、酸素極36を通過した後の膨張空気により作動する膨張タービン40が介装され、この膨張タービン40と同軸一体の圧縮機41が空気供給管38の途中に介装されている。これにより、圧縮機41の作動に伴って加圧された状態の空気が燃料電池本体27の酸素極36に供給され、加圧された状態の水素ガスが燃料電池本体27の水素極28に供給されることと相俟って、燃料電池としての発電効率が従来よりも改善することができる。

【0037】本実施例では、これら膨張タービン40及び圧縮機41を本発明のエネルギー回収手段として機能させているが、膨張タービン40を水素供給管29の圧縮機31の動力源として利用する等、これ以外に利用することも当然可能である。

【0038】なお、本実施例では膨張タービン40と燃焼室19との間の燃焼用空気供給管39の途中から分岐する排気管42を設け、空気が過渡に燃焼室19側へ供給されないように配慮している。

【0039】従って、熱交換器25を通過して加熱膨張した改質原料供給管17からの原料ガス及び改質反応用水蒸気供給管18からの高温の水蒸気が改質ガス発生室21内に供給され、改質ガス発生室21内の圧力が水素分離室26内の圧力に対して相対的に高くなる上、水蒸気がキャリアガスとして水素分離室26内に流される結果、この水素分離室26内の水素ガスの分圧が改質ガス発生室21内の水素ガスの分圧よりも大幅に低くなった状態となる。これにより、改質ガス発生室21にて生成した水素ガスが効率良く水素分離膜12を透過し、水素

分離室26からキャリアガスと共に燃料電池本体27の水素極28側に送られる。この場合、凝縮器33及び気液分離器35によって水素含有ガスが適切な加温状態に調節される。

【0040】水素分離室26から水素供給管29に送り出された水素含有ガスは、膨張タービン23によって駆動される凝縮器33にて冷却液供給管32内を流れる冷却液と熱交換した後、気液分離器35により余分な水分が分離され、適当な温度と湿度とに調整されて圧縮機31を介し、加圧された状態となって燃料電池本体27の水素極28に供給される。そして、この水素極28にて水素含有ガス中の大部分の水素が消費され、電気的に変換される。

【0041】しかる後、水素極28からの水素ガスが減損したガスは、キャリアガス戻し管30を通過して再び水素分離室26内に戻される。

【0042】一方、水素分離膜12を透過しなかった改質後の残留ガスは、改質ガス発生室21から残留ガス供給管22を介して前記膨張タービン23側に排出され、膨張タービン23を駆動することによりエネルギーの回収を行った後、燃焼室19内に送り込まれて燃焼触媒15により燃焼し、改質触媒13の活性化を図る。この時、改質ガス発生室21からの残留ガスだけでは、燃料が不足する場合には、改質原料供給管17からの原料ガスの一部を分岐管20を介して燃焼室19内に導き、補助燃料ガスとして使用する。

【0043】又、膨張タービン40によって駆動される圧縮機41にて加圧された空気は、空気供給管38から燃料電池本体27の酸素極36に供給され、その酸素の一部が燃料電池の発電のために消費される。この酸素極36を通過した膨張空気は、燃焼用空気供給管39の途中に設けられた前記膨張タービン40に供給され、ここでエネルギーの回収を行うと共にその一部が排気管42から系外に排出された後、改質装置11の燃焼室19内に供給され、前記残留ガスの燃焼用空気として使用される。

【0044】この燃焼室19内で発生する燃焼熱は、前記改質ガス発生室21内で生ずる吸熱性のスチームリフォーミング反応の熱源として利用され、更にその燃焼排ガスを熱交換機25に導いて原料ガスの予熱に用いる。

【0045】本発明による燃料電池を用いた発電システムが有効であることを確認するため、上述した一実施例においてメタンを原料ガスとして出力が5kWの発電システムを構成し、その特性について試験した結果、単一セル当たり0.75Vの電圧が得られた。

【0046】試験条件は以下の通りである。即ち、酸素極36には空気供給管38から80℃の温度の空気を2.5気圧の圧力で1時間当たり59.5モルの割合で供給する一方、水素極28には80℃の水素含有ガスを2気圧の圧力で1時間当たり279.8モルの割合で供給

した。この水素含有ガスの成分は水素が59.6モル%、窒素が27.7モル%、水が12.7モル%である。

【0047】このように、燃料電池本体27の酸素極36にて使用した空気を膨張タービン40によるエネルギー回収後に、改質装置11の燃焼室19内に供給し、改質ガス発生室21からの残留ガスの燃焼用空気として用いる一方、改質装置11の水素分離室26内に透過して来る水素ガスを搬送するキャリアガスとして、燃料電池本体27の水素極28からのオフガスを循環再利用する本発明のシステムが有効であることが判った。

【0048】

【発明の効果】本発明の燃料電池を用いた発電システムによると、水素分離膜を用いた改質装置を採用することにより、高純度の水素ガスを得ることが可能となり、燃料電池を構成する固体高分子電解質膜を劣化させる心配がない。又、改質触媒とは別に改質装置の燃焼室に燃焼触媒を設けたので、低温下や低発熱量の燃料や或いは低酸素濃度での燃焼が可能となり、改質装置を構成する材料や強度の点で従来のものよりも有利となる。

【0049】更に、燃料電池の酸素極で使用した空気をエネルギーの回収後に、改質装置の燃焼用空気として用いているため、燃料電池の酸素極からの熱量と発電時に

生成する水分とによりエンタルピーが増大する分、省エネルギーを期待することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】燃料電池を用いた本発明による発電システムの一例の概略を表す概念図である。

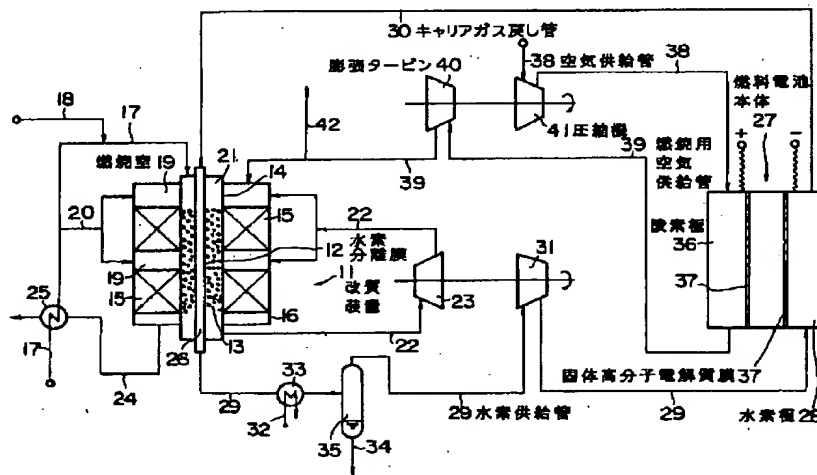
【図2】燃料電池を用いた従来の発電システムの一例を表す概念図である。

【図3】燃料電池を用いた従来の発電システムの別な一例を表す概念図である。

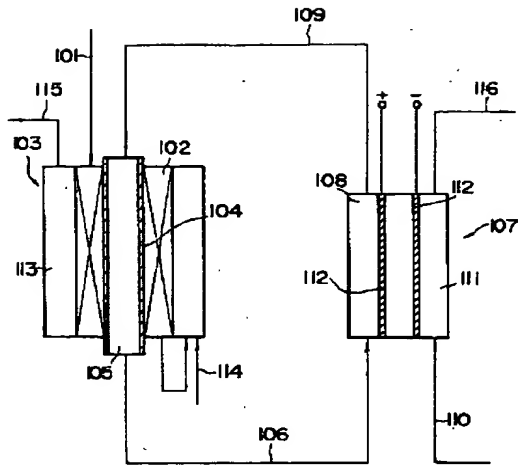
10 【符号の説明】

11は改質装置、12は水素分離膜、13は改質触媒、14は内筒、15は燃焼触媒、16は外筒、17は改質原料供給管、18は改質反応用水蒸気供給管、19は燃焼室、20は分岐管、21は改質ガス発生室、22は残留ガス供給管、23は膨張タービン、24は排ガス管、25は熱交換器、26は水素分離室、27は燃料電池本体、28は水素極、29は水素供給管、30はキャリアガス戻し管、31は圧縮機、32は冷却液供給管、33は凝縮器、34はドレン管、35は気液分離器、36は酸素極、37は固体高分子電解質膜、38は空気供給管、39は燃焼用空気供給管、40は膨張タービン、41は圧縮機、42は排気管である。

【図1】



【図2】



【図3】

